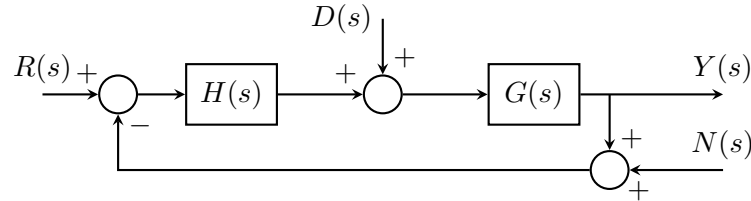
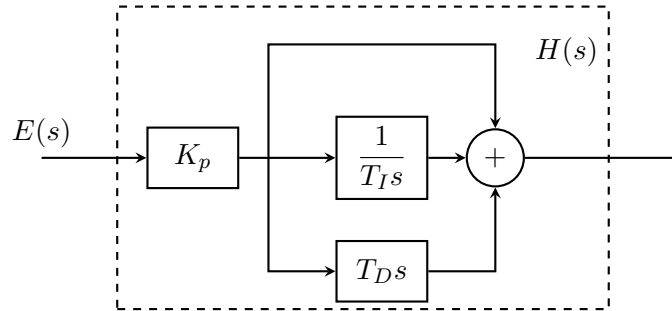


Considere a arquitetura abaixo, composta por um sistema cuja função de transferência é $G(s) = \frac{abc}{(s+a)(s+b)(s+c)}$, um controlador $H(s)$, em realimentação negativa na presença de ruídos de medição $N(s)$ e distúrbios $D(s)$.



Parte I (Sintonia por tentativa e erro) Considere o controlador como um PID ideal, *i.e.*, $H(s) = K_p(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s)$, que age sobre o erro $E(s)$ entre o sinal de referência e a saída. A arquitetura do controlador é ilustrada abaixo:



Dados os requisitos de projeto:

- R1.** Tempo de subida menor que 1 segundo;
- R2.** Tempo de acomodação menor que 7 segundos;
- R3.** Percentual de Overshooting menor que 5%.
- R4.** Eliminar o erro em regime estacionário.

Considere o sinal de referência sendo um degrau de amplitude 2. Faça uma análise da resposta do sistema em relação aos requisitos de projeto para as seguintes tarefas:

- I.a) Determine os valores dos parâmetros de $H(s)$ a fim de se projetar um **controlador P**. Desconsidere a presença de distúrbios e ruídos.
- I.b) Aproveitando os parâmetros do item anterior, determine os valores dos parâmetros restantes de $H(s)$ a fim de se projetar um **controlador PI**. Desconsidere a presença de distúrbios e ruídos.
- I.c) Aproveitando os parâmetros do item anterior, determine os valores dos parâmetros restantes de $H(s)$ a fim de se projetar um **controlador PID**. Desconsidere a presença de distúrbios e ruídos.

- I.d) Realize um ajuste fino dos parâmetros de $H(s)$ para que a resposta do sistema atenda aos requisitos de projeto, ou que pelo menos chegue o mais próximo possível.
- I.e) Para os controladores projetados nos itens I.a, I.b e I.c, analise a resposta do sistema na presença de ruídos para os diferentes controladores.
- I.f) Para os controladores projetados nos itens I.a, I.b e I.c, analise a resposta do sistema na presença de distúrbios para os diferentes controladores.

Parte II (Sintonia por Ziegler-Nichols) Considere a mesma arquitetura do controlador PID ideal da **Parte I**. Usando o método de sintonia por meio da curva de reação e considerando o sinal de referência como um degrau de amplitude 2, projete os seguintes controladores. O projeto de cada um dos controladores deve ser explicado.

- II.a) Projete um **controlador P** desconsiderando a presença de distúrbios e ruídos.
- II.b) Projete um **controlador PI** desconsiderando a presença de distúrbios e ruídos.
- II.c) Projete um **controlador PID** desconsiderando a presença de distúrbios e ruídos.

Após projetados os controladores, analise saída do sistema e compare o desempenho entre sintonia por tentativa e erro e por Ziegler-Nichols para os seguintes controladores.

- II.d) Controlador P.
- II.e) Controlador PI.
- II.f) Controlador PID.
- II.g) Faça uma análise sobre os controladores sintonizados por Ziegler-Nichols na presença de distúrbios e/ou ruídos (analise cada um separadamente).
- II.h) Avalie a sintonia pelo método de Ziegler-Nichols para este estudo de caso.

Parte III (Sintonia por alocação e cancelamento de polos) Considere agora que a planta possui a seguinte função de transferência $G(s) = \frac{abc}{(s-a)(s+b)(s+c)}$, ou seja, possui um polo no semi-plano direito.

- III.a) Projete um controlador $H(s)$ que cancele o polo instável de $G(s)$ e faça que o tempo de subida do sistema seja em torno de 1 segundo e o tempo de acomodação em torno de 5 segundos.
- III.b) Suponha que ao montar o controlador, devido a incertezas, os zeros de $H(s)$ ficaram 0.01 unidades a cima ($z_{real} = z_{ideal} + 0.01$). Discorra sobre o sistema controlado, argumentando sobre a estabilidade e se satisfaz os critérios do item anterior.
- III.c) Ao se adicionar um PID, o sistema possuirá 4 polos e dois zeros em malha aberta. Por meio da alocação de polos, projete os parâmetros de um controlador PID tal que o tempo de acomodação seja em torno de 5 segundos e o overshooting não passe de 15%.